



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

TRABAJO DE DIPLOMA

**VALIDACION DE UNA MEZCLA DE CEPAS DE RHIZOBIUM
EN FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EL MUNICIPIO
DE PANTASMA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA EN SIEMBRA
DE APANTE 1998-1999.**

AUTORES:

**Br. MANFREDO JOSE TELLEZ MARTINEZ
Br. ALLAN NOEL TRUJILLO ROQUE**

ASESOR:

Ing. Agr. JOSE ADOLFO GONZALEZ SOBALVARRO

**MANAGUA, NICARAGUA
ENERO, 2000**

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis está dedicado primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta donde estoy y haberme iluminado durante todos estos años de carrera universitaria ya que sin su ayuda no podría haberlo logrado.

También dedico este trabajo a mis padres Alfonso Nicolás Téllez Pereira y Rosa María Martínez Toruño por todo su apoyo, amor y dedicación que me brindaron durante todos estos años de estudio por sus buenos consejos para que pueda ser un hombre de bien y útil a la sociedad.

A mis hermanos Juliana Téllez Martínez y Alfonso Téllez Martínez por haber sido ejemplos para mí y haberme brindado todo su apoyo incondicional en los momentos mas difíciles de mi carrera.

A mi tío Carlos Martínez Toruño y fam. por la ayuda que me brindaron durante toda mi carrera universitaria, para los cuales siempre estaré totalmente agradecido.

Manfredo José Téllez Martínez

DEDICATORIA

- *A Dios, por ser el artífice principal de mi vida, por estar conmigo en todas y cada una de los momentos de mi vida y sobre todo por que me ha permitido cumplir una de mis metas.*
- *A mis padres Sr. Julio Noel Trujillo y Sra. Isabel A. Roque, por ser los pilares fundamentales en mi formación como hombre y como persona. A pesar de la distancia que nos separa, siempre me han brindado su amor y su apoyo incondicional cada vez que lo necesito, dándome ánimo y fuerza para continuar.*
- *De forma muy especial a María Lissette Prado, por haberme brindado su amor, amistad y apoyo en los momentos más difíciles, por haber sido la fuente, por corregirme en los tropiezos que tuve durante toda mi carrera, por haber ocupado el lugar de una madre, una hermana y la mejor amiga, alentándome a seguir siempre adelante.*
- *A mis hermanos Harold R. Trujillo Roque y Marlon David Trujillo Roque, por estar siempre juntos apoyándome y compartiendo alegrías y tristezas.*
- *A todos mis amigos y amigas, con quienes a lo largo de todos estos años, compartí triunfos y fracasos; y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de este trabajo.*

Allan Noel Trujillo Roque

AGRADECIMIENTO

A la secretaria del Pl- 480 por el apoyo financiero para el desarrollo de la presente validación.

A la Universidad Nacional Agraria y en particular al departamento de horticultura por la oportunidad de realizar el presente trabajo de diploma.

Agradecemos a nuestro asesor el Ing. José Adolfo González por la ayuda que nos brindó para la realización de este trabajo de tesis.

A nuestros compañeros de clase que de una u otra forma contribuyeron en la realización de este trabajo.

Al Ing. Luis Ulloa por habernos facilitado la impresión de este trabajo.

Manfredo José Téllez Martínez

Allan Noel Trujillo Roque

INDICE GENERAL

Contenido	Página
INDICE GENERAL	i
INDICE DE TABLAS	iii
INDICE DE GRAFICOS	v
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
1- INTRODUCCION	1
11- MATERIALES Y METODOS	3
2.1- Descripción del ensayo	3
2.1.1- Ubicación y clima	3
2.1.2- Tipo de suelo	3
2.2- Material biológico utilizado	5
2.3- Descripción de las alternativas tecnológicas	6
2.4- Variables evaluadas	6
2.5- Análisis de datos	7
2.5.1- Análisis de estabilidad modificado	7
2.5.2- Distribución de intervalos de confianza	8
2.5.3- Análisis económico	9
2.6- Manejo agronómico	9
111- RESULTADOS Y DISCUSION	10
3.1- Efecto de la inoculación sobre el crecimiento, desarrollo y componentes del cultivo	10
3.1.1- Altura de plantas	10
3.1.2- Diámetro del tallo	11
3.1.3- Coloración de nódulos	14
3.1.4- Número de nódulos	17

3.1.5- Peso seco de nódulos	19
3.1.6- Número de vainas por planta	21
3.1.7- Número de granos por vaina	22
3.1.8- Peso de 1000 granos	24
3.2- Evaluación del rendimiento agronómico del cultivo	26
3.2.1- Análisis de estabilidad modificado	27
3.2.2- Análisis de distribución de intervalos de confianza	28
3.3- Análisis económico del rendimiento	30
3.4- Sondeo sobre la percepción del productor respecto al inoculante utilizado en la validación	39
1V- CONCLUSIONES	40
V- RECOMENDACIONES	41
V1- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
V11- ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1. Características físicas y químicas de los suelos de las fincas de productores que participaron en la validación Pantasma Apante 1998-1999.....	3
Tabla 2. Rendimiento del cultivo del frijol establecido en parcelas con semilla sin inocular e inculada en Pantasma, Jinotega 1998-1999.....	26
Tabla 3. Análisis económico de las parcelas con y sin inculación en la finca del productor Pedro Joaquín Rodríguez Apante 1998-1999.....	31
Tabla 4. Análisis económico de las parcelas con y sin inculación en la finca del productor Gilberto Aguilar Apante 1998-1999.....	32
Tabla 5. Análisis económico de las parcelas con y sin inculación en la finca del productor Cristóbal Gutiérrez Apante 1998-1999.....	33
Tabla 6. Análisis económico de las parcelas con y sin inculación en la finca del productor Agustín Hernández Apante 1998-1999.....	34

Tabla 7. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación en la finca del productor Julio González Apante 1998-1999.....	35
Tabla 8. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación en la finca del productor Ronald Lorenzo Gutiérrez Apante 1998-1999.....	36
Tabla 9. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación en la finca del productor Favio Rizo Apante 1998-1999.....	37
Tabla 10. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación en la finca del productor Ramiro Obando Apante 1998-1999.....	38

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico	Página
Gráfico 1. Precipitación predominante en la zona de Pantasma, Departamento de Jinotega, en el período de Mayo 1998 a Mayo de 1999.....	4
Gráfico 2. Temperatura predominante en la zona de Pantasma, Departamento de Jinotega, en el período de Mayo 1998 a Mayo 1999.....	5
Gráfico 3. Altura de plantas.....	11
Gráfico 4. Diámetro del tallo.....	13
Gráfico 5. Coloración de nódulos con inoculante.....	16
Gráfico 6. Coloración de nódulos sin inoculante.....	16
Gráfico 7. Número de nódulos.....	19
Gráfico 8. Peso seco de nódulos.....	20
Gráfico 9. Número de vainas por planta.....	22
Gráfico 10. Número de granos por vaina.....	23
Gráfico 11. Peso de 1000 granos.....	25
Gráfico 12. Análisis de estabilidad modificado.....	27

Gráfico 13. Distribución de los intervalos de confianza de los rendimientos de frijol inoculado y sin inocular en ambientes buenos en la localidad de Pantasma, Jinotega.....	28
Gráfico 14. Distribución de los intervalos de confianza de los rendimientos de Frijol inoculado y sin inocular en ambientes malos en la localidad De Pantasma, Jinotega.....	29

INDICE DE ANEXOS

**Anexo 1. ANDEVA realizado a la variable altura de plantas
Pantasma 1998-1999.**

**Anexo 2. ANDEVA realizado a la variable Diámetro del tallo
Pantasma 1998-1999.**

**Anexo 3. ANDEVA realizado a la variable Número de nódulos
Pantasma. 1998-1999.**

**Anexo 4. ANDEVA realizado a la variable Peso seco de nódulos
Pantasma 1998-1999.**

**Anexo 5. ANDEVA realizado a la variable Número de vainas por planta
Pantasma. 1998-1999.**

**Anexo 6. ANDEVA realizado a la variable Número de granos por vaina
Pantasma. 1998-1999.**

**Anexo 7. ANDEVA realizado a la variable Peso de 1000 granos
Pantasma. 1998-1999.**

RESUMEN

En el presente estudio se evaluaron 8 fincas en el Municipio de Pantasma, para validar una mezcla de cepas de *Rhizobium* en semilla de frijol así como su aceptación por parte de los productores. Por medio del análisis de estabilidad modificado se logró determinar que de las 8 fincas en estudio 5 presentaron buenos ambientes, es decir que presentan óptimas condiciones edafoclimáticas para el cultivo del frijol. A través de una distribución de intervalos de confianza se determinó que los rendimientos fueron más estables en las parcelas sin inocular que en las inoculadas, aunque fueron las inoculadas las que presentaron los mayores rendimientos. Las parcelas inoculadas mostraron diferencias significativas con respecto a las fertilizadas en altura, nodulación (número y color), número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 1000 granos y en el rendimiento. El inoculante contribuyó a aumentar los rendimientos en todas las fincas, en donde la mayor producción fue obtenido por la finca 6 propiedad del productor Ronald Gutiérrez con 1743.20 kg/ha, obteniendo una ganancia neta de 10,822.34 C\$/ha. El sondeo realizado entre los productores de la zona, demostró la aceptación de los mismos a esta nueva alternativa, que sin lugar a duda será trascendental para la producción de frijol rojo en el país.

1- INTRODUCCIÓN

En nuestro país, el frijol es considerado como un rubro tradicional de consumo nacional al igual que el arroz, maíz y sorgo, es parte de la dieta del nicaragüense en todos sus niveles y estratos sociales. El frijol constituye una de las principales fuentes de proteínas, se estima que cada persona en Nicaragua consume diariamente 80gr de frijol. (CEIEA-MAG, 1974).

A nivel nacional el total de productores está por encima de las 20,000 familias con una generación de empleos en el campo de por lo menos 60,000 trabajadores directos (sin incluir los trabajos derivados de esta actividad como transporte y almacenamiento hasta llegar a los comerciantes e intermediarios).

Las leguminosas suministran alimentos nutritivos para el hombre y los animales en todo el mundo, además de ser ricos en proteínas, son también ricos en minerales para los huesos y en vitaminas esenciales para la buena salud.

Según Whyte y Trumble (1967), citados por Ortiz (1991), aunque desde hace mucho tiempo que se conoce el valor de las leguminosas, se ignoraba su funcionamiento mediante bacterias de los nódulos radicales, hasta que lo revelaron las investigaciones científicas realizadas a finales del siglo XIX.

La fijación biológica de Nitrógeno de las leguminosas es una alternativa para la nutrición nitrogenada de las plantas, éstas son fuentes baratas de nitrógeno ya que lo producen aprovechando la energía solar sin consumir recursos no renovables.

Dentro de las especies de leguminosas en nuestro país, el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) está catalogado como el más importante. El género incluye 200 especies, de las cuales 20 son cultivadas por sus vainas y semillas.

El presente estudio sobre el uso de Inoculantes en frijol común, está sustentado en base al problema de la fuerte fertilización química, que afecta a nuestros suelos, principalmente en lo que se refiere a la conservación de la estructura de los mismos y a evitar la contaminación por derrame. Es necesario evaluar otro tipo de tecnología que permita al productor fertilizar sus suelos de forma natural utilizando bacterias fijadoras de Nitrógeno.

Los problemas o limitantes que presentan este tipo de estudio es que al no contar con la tecnología adecuada para realizar o evaluar los análisis respectivos se afecta la comprensión y el entendimiento de esta nueva técnica lo que por ende dificultará su manejo.

El presente trabajo persigue los siguientes objetivos:

- ⇒ Validar una mezcla de cepas de Rhizobium en frijol común, en la localidad de Pantasma, Departamento de Jinotega en la época de apante 1998-1999.**
- ⇒ Evaluar las variables Altura, Diámetro del tallo, Nodulación (Número y color), Número de vainas por planta, Número de granos por vaina y Peso de 1000 granos.**
- ⇒ Realizar análisis económico a las parcelas de validación tecnológica de una mezcla de cepas de Rhizobium en el periodo de apante 1998-1999.**
- ⇒ Determinar el grado de aceptación de la tecnología de Inoculación por los productores donde se establecieron las parcelas de validación.**

II- MATERIALES Y METODOS

2.1- Descripción del ensayo

2.1.1-Ubicación y clima

El trabajo de validación fue realizado en el Municipio de Pantasma, Departamento de Jinotega, localizado entre los 13° 17' y 13° 30' Latitud Norte y 85° 59' Longitud Oeste con referencia al meridiano de Greenwich. Presenta un clima trópico sub- húmedo con precipitaciones de 1,500 a 2000 mm anuales, con temperaturas de 18-22 °C y altura de 380 msnm.

2.1.2-Tipo de suelo

Presenta suelos profundos o poco profundos, del orden de los molisoles, inceptisoles, entisoles, alfisoles, propias para cultivos anuales y perennes.

Tabla 1. Características físicas y químicas de los suelos de las fincas de los productores que participaron en la validación Apante.1998-1999.

No.	Nombre de los productores	pH	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (meq/100g de suelo)	Clase Textural	Lugar
1	Cristóbal Gutiérrez	6.3	2.22 B	0.11 B	1.52 C	1.50 A	Franco Arcilloso	Wale Abajo
2	Favio Rizo	5.8	4.20 A	0.21 A	2.46 C	1.18 A	Arcilloso	El Malecón
3	Ramiro Obando	5.9	3.78 B	0.18 B	0.41 C	0.68 A	Arcilloso	El Charcón
4	Gilberto Aguilar	6.0	5.88 A	0.29 A	4.84 C	2.21 A	Arcilloso	El Charcón
5	Pedro Rodríguez	6.0	3.48 B	0.17 B	0.42 C	0.98 A	Arcilloso	El Aserrio
6	Ronald Gutiérrez	5.4	5.34 A	0.26 A	0.17 C	0.57 A	Arcilloso	Las Cruces
7	Agustín Hernández	5.7	3.18 B	0.15B	0.90 C	1.12 A	Arcilloso	Las Cruces
8	Julio González	5.7	3.06 B	0.15 B	0.96 C	2.21 A	Franco Arcilloso	Wale Arriba

A: Alto ; B: Normal ; C: Bajo ; M.O: Materia Orgánica.

Fuente: Laboratorio de suelos y aguas, UNA, 1998.

Las parcelas de validación fueron establecidas en diversas fechas del mes de Diciembre y cosechadas en el mes de Marzo (1999), la variedad utilizada fue la de frijol criollo.

Se determinó la precipitación (mm) y la temperatura (°C) predominante en la zona de Pantasma, durante el período de validación, como lo muestran los gráficos 1 y 2.

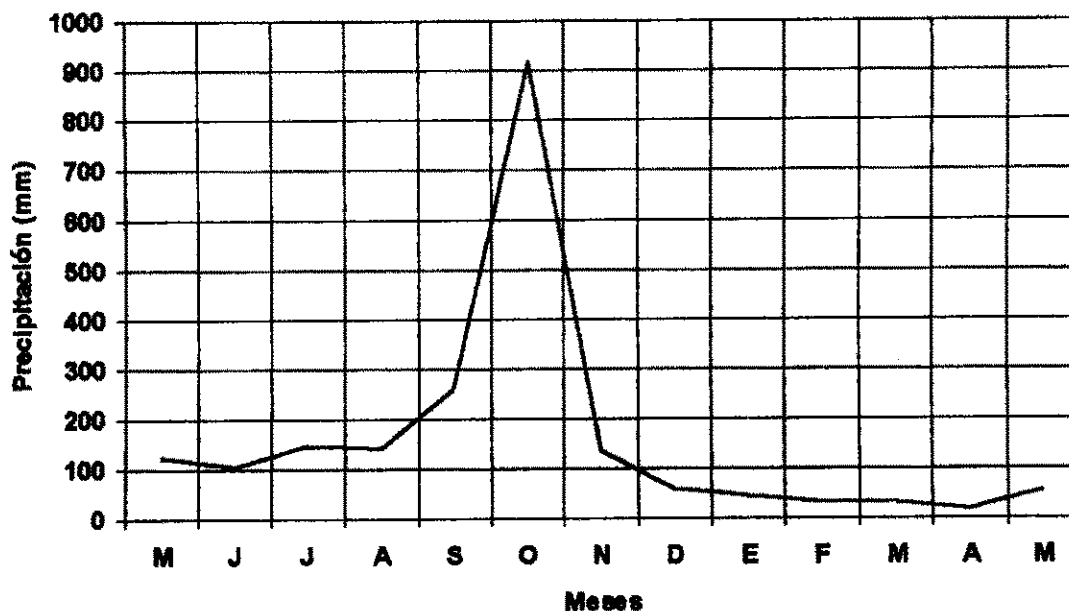


Gráfico 1. Precipitación predominante en el Municipio de Pantasma, Departamento, de Jinotega en el período de Mayo 1998 a Mayo 1999.

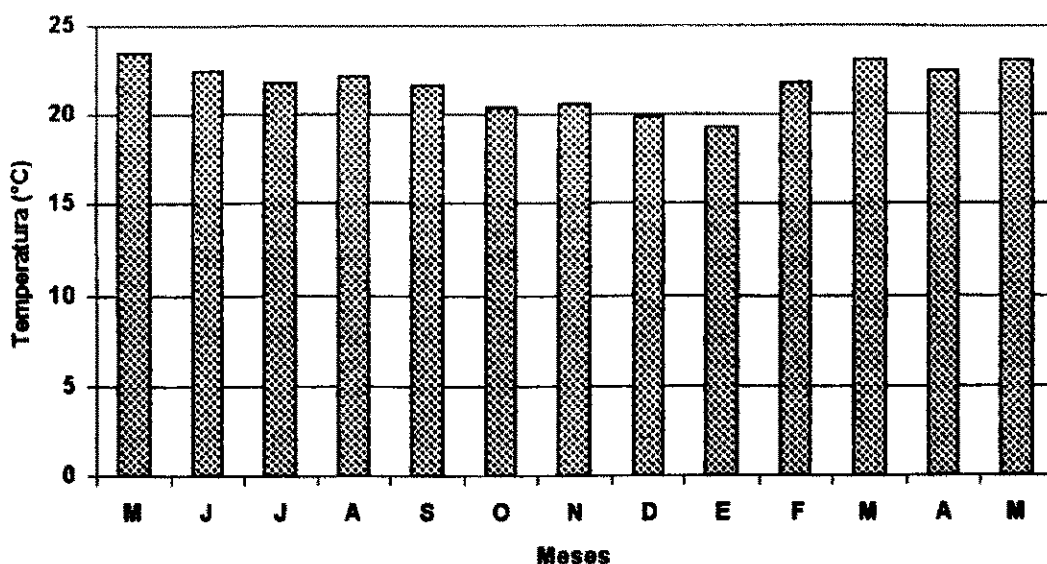


Gráfico 2. Temperatura predominante en el Municipio de Pantasma, Departamento de Jinotega, en el período de Mayo 1998 a Mayo 1999.

2.2-Material biológico utilizado

El inoculante utilizado como alternativa tecnológica es una mezcla de cepas de *Rhizobium*, conocida como multicepa, preparada por la empresa GRAINCO, cuyas instalaciones se encuentran en el Departamento de Chinandega, Nicaragua.

Estas cepas de *Rhizobium* se cultivan en el laboratorio y se combinan con un soporte adecuado ya sea turba, composte o cachaza, para preparar el inoculante.

El método de aplicación del inoculante se hizo directamente a la semilla, en una aplicación en húmedo, donde el inoculante se mezcló primero con el agua (500 ml) para formar una suspensión uniforme y fluida, agregándosele un poco de aceite de cocinar (1 cucharada).

2.3-Descripción de las alternativas tecnológicas.

Los tratamientos evaluados en la validación, fueron una parcela donde se aplicó el inoculante y otra parcela sin la aplicación del inóculo con *Rhizobium* por cada una de las fincas seleccionadas. El área de cada una de las parcelas de validación fue de 650.25 m², en cada finca se compararon los resultados entre la tecnología introducida y la tecnología que usa el productor para la producción de grano.

2.4- Variables evaluadas.

→ **Altura de plantas (cm):** Se midió en un sólo momento del ciclo del cultivo como fue en plena floración o R₆ donde se tomaron 10 plantas de cada parcela y utilizando una cinta métrica, se midió desde la base del tallo hasta la primera hoja trifoliada (hoja Apical).

→ **Diámetro del tallo (mm):** Se midió en un sólo momento del ciclo del cultivo como fue en plena floración o R₆ donde se tomaron 10 plantas de cada parcela y utilizando un Vernier se determinó el diámetro de los mismos.

→ **Nodulación:** Se realizó en un sólo momento del ciclo del cultivo como fue en plena floración o R₆ tomando 10 plantas de cada parcela y analizando número color y peso seco de nódulos.

→ **Número de vainas por planta:** Se midió en un sólo momento del ciclo del cultivo, en la etapa de llenado de vainas o R₈, tomando 10 plantas de cada parcela y contando la cantidad de vainas por planta.

→ **Número de granos por vaina:** Se midió en un sólo momento del ciclo del cultivo, en la etapa de llenado de vainas o R₈, tomando 10 plantas de cada parcela y contando la cantidad de granos por vaina.

→ **Peso de 1000 granos:** Se determinó una vez realizada la cosecha, utilizando una balanza electrónica (gr), se pesaron 1000 granos de cada parcela.

→ **Rendimiento (kg/ha):** Una vez realizada la cosecha se procedió a realizar el análisis de estabilidad modificado para determinar cuales fueron las parcelas de mayor y menor rendimiento.

2.5- Análisis de datos.

El análisis técnico estadístico de los rendimientos provenientes de ensayos de validación requieren de procedimientos distintos a los diseños experimentales comunes.

Un método útil de análisis es el de combinar un análisis de Estabilidad Modificado y una distribución de Intervalos de Confianza (Pedroza & Salazar, 1997).

Para analizar las variables de altura, diámetro del tallo, nodulación, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 1000 granos se utilizó el Diseño de Bloques Completamente Azarizado o BCA que es el más recomendado para este tipo de evaluaciones.

2.5.1- Análisis de estabilidad modificado.

Es un procedimiento simple, que utiliza un índice ambiental creado a partir de los ensayos en finca, como una manera de estimar a todos los factores que influyan a una respuesta a una tecnología. Estos factores incluyen el clima, los suelos y las prácticas de manejo del productor.

El rendimiento de cada una de las alternativas tecnológicas puede ser relacionado con el ambiente mediante una regresión lineal simple basada en la siguiente ecuación:

$$Y_i: a + be$$

Donde :

Y_i : Rendimiento de la i- ésima alternativa tecnológica.

a: Intercepto

b: Coeficiente de regresión

e: Índice Ambiental, que es el rendimiento promedio de las alternativas tecnológicas en cada sitio.

2.5.2-Distribucion de intervalos de confianza.

Se utiliza para evaluar la variabilidad en los resultados a esperaran en una tecnología, en este caso la del inoculante.

El intervalo de confianza para un determinado nivel de confianza $t \alpha$ se calcula de la siguiente manera:

$$y \pm t\alpha st$$

Donde:

Y: Rendimiento promedio del tratamiento.

$t\alpha$: Valor de "t"

st: Error estándar

2.5.3-Análisis económico

El análisis económico de los tratamientos se realizó utilizando la metodología del presupuesto parcial definido por el CIMMYT (1988).

El análisis económico a partir del presupuesto parcial es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos (CIMMYT, 1988).

2.6- Manejo agronómico

El manejo agronómico de las parcelas de validación fue de forma independiente en cada parcela, ya que cada productor realizó el manejo que tradicionalmente ha empleado en su parcela de frijol común; esto es debido a que el manejo agronómico del productor, forma parte de los datos de los ensayos en fincas que influirán a una respuesta a la tecnología evaluada.

De forma general, los productores realizaron la preparación de suelo de formas diversas (bueyes, espeque y tractor), aplicaron diferentes tipos de productos herbicidas tales como gramoxone (1 l/ha) y flex (0.30 l/ha) para controlar malezas como el coyolillo (*Cyperus rotundus L.*), entre otras, fungicidas como mancozeb (0.45 kg/ha) y manzate (0.44 kg/ha) para controlar pudrición radicular causada por *Phyitium sp.* y *Rhizoctonia solani* así como para prevenir mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), también se aplicaron insecticidas como MTD (0.50-0.75 l/ha), malathion (0.30 l/ha) y fusilade (0.30 l/ha) para controlar diversos tipos de insectos plaga principalmente cortadores y defoliadores.

En las parcelas fertilizadas se aplicó urea 46% (0.9-2.72 kg), completo (0.50-90.90 kg) y fertilizante foliar wuxal (1 l/ha).

III-RESULTADOS Y DISCUSION

3.1-Efecto de la inoculación sobre el crecimiento, desarrollo y componentes del cultivo.

3.1.1-Altura de plantas

La altura es un resultado del crecimiento, el cual es el cambio de volumen o en peso seco, es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido en base a algunos parámetros tales como: anchura, longitud, acumulación de materia seca, número de nudos, índice del área foliar, etc. (Fernández, et al. 1985).

En frijol, la altura de planta es de mucha importancia por la competencia interespecífica entre el cultivo y las malezas, por la sanidad de las primeras vainas, por la aparición de enfermedades fungosas y la relación existente con el rendimiento (Sánchez, 1985).

Según Castillo, Oscar. F & Flores, José Luis (1999), la técnica de inoculación, no estimula el crecimiento longitudinal del cultivar DOR- 364, en la localidad de Boaco.

A pesar de esto, el Gráfico 3 muestra un aumento en altura de todas las plantas que fueron inoculadas. El inoculante incidió en un aumento relativo de altura, lo que según Tapia (1987), plantas de altura intermedia tienen más probabilidad de permanecer erectas en el periodo de formación de cosecha (llenado del grano).

Los resultados del ANDEVA muestran diferencias altamente significativas entre fincas y entre tratamientos en cuanto al comportamiento de las altura. (Anexo 1).

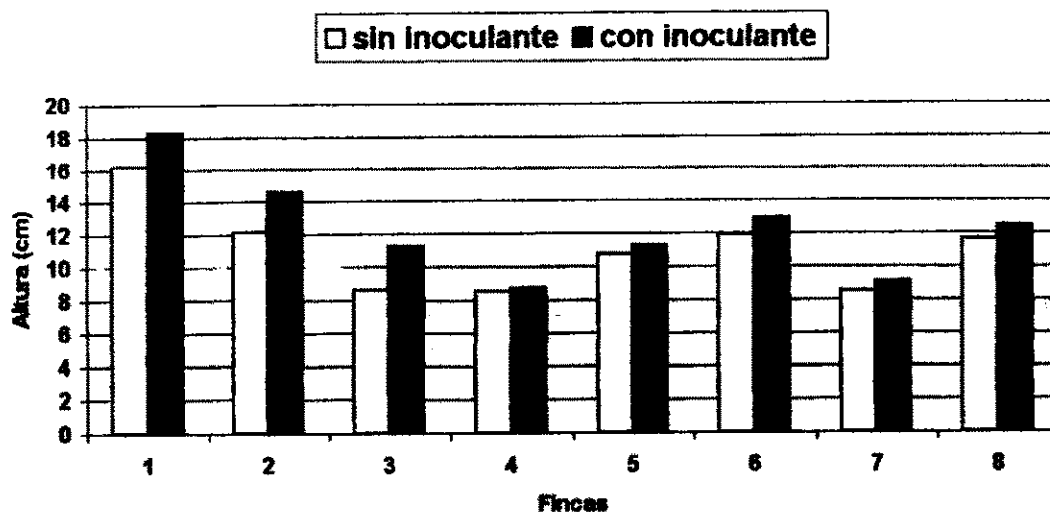


Gráfico 3. Altura de plantas en el cultivo de frijol

3.1.2 – Diámetro del tallo.

La función principal del tallo es llevar el agua de las raíces a las hojas y distribuir el alimento confeccionado de las hojas al resto de la planta. El tallo sirve también para sostener las hojas hacia la luz solar, de manera que puedan confeccionar el alimento, así como almacenarlo (Hanauer, 1967).

Hanauer (1967), expone que la zona de crecimiento de un tallo dicotiledóneo llamada cambium, hace posible el aumento de diámetro del tallo o tronco, esto es sustentado por Nason (1969) donde el aumento del diámetro del tallo se debe a la división celular de la capa de cambium.

Una de las causas que tradicionalmente se señalan en la reducción de los rendimientos de granos de frijol en las zonas productoras de Jinotega son los tallos débiles (fácilmente acamables) lo que hace que las vainas tengan contacto con el suelo, lo que trae como consecuencia daños por patógenos que viven en este. (INTA, 1996).

La inoculación no garantiza aumentos en el diámetro del tallo, ya que las plantas no inoculadas desarrollaron por sí solas, un buen crecimiento y desarrollo de sus tallos, como lo demuestra el Gráfico 4, donde la finca 1 obtuvo el mayor diámetro del tallo por encima de las plantas que fueron inoculadas.

El análisis de suelo realizado a las parcelas en estudio, demostró que el inoculante incidió en el aumento del diámetro del tallo, a medida que aumentaba el contenido de Mo y N presentes en el suelo; pero como el caso de la finca 1 si el contenido de Mo y N en el suelo son demasiado bajos, entonces el producto será ciertamente superado.

Otro aspecto que hay que señalar es que las plantas inoculadas desarrollaron una mayor población, es decir, parcelas más tupidas, provocando un efecto de competencia entre las mismas, lo que incidió en una baja en el diámetro de sus tallos.

Los resultados del ANDEVA, muestran diferencias altamente significativas entre fincas, aunque no así entre tratamientos donde no hubieron diferencias significativas.(Anexo 2).

Las diferencias en el diámetro del tallo se debe en gran medida al carácter cuantitativo de este (Fernández et al ;1985), por lo que está muy influenciado por el medio ambiente, induciendo a un comportamiento particular y diferente en cada genotipo evaluado, además a la gran diversidad genética que presenta el frijol común en Nicaragua.

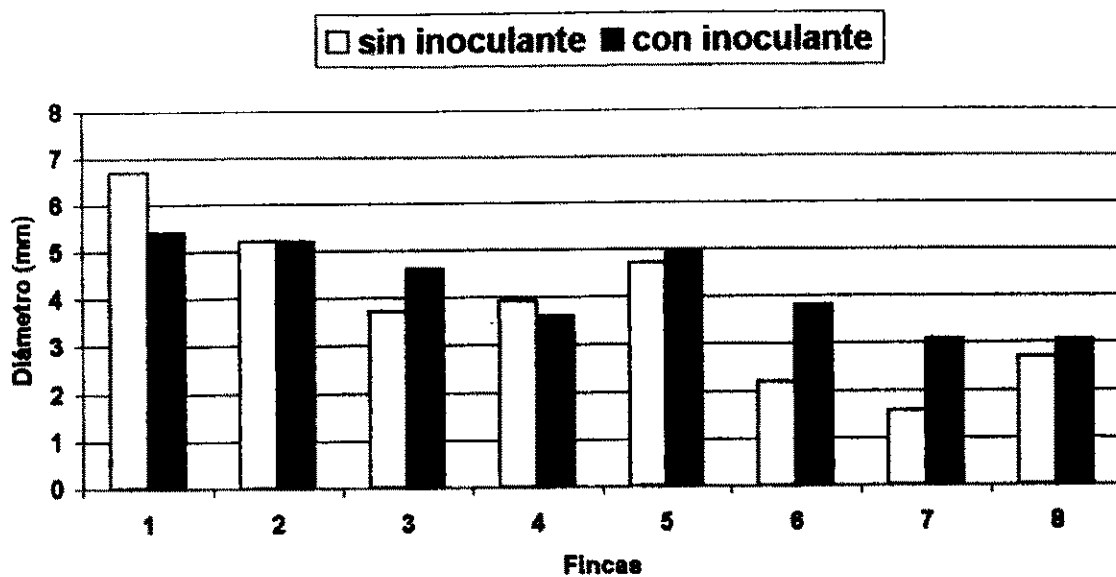


Gráfico 4. Diámetro del tallo

3.1.3 –Coloración de nódulos

El color y distribución de los nódulos en las raíces de las plantas leguminosas, reflejan el tipo de asociación *Rhizobium* -Leguminosas y su eficiencia de fijación de nitrógeno.

Para analizar la coloración de los nódulos en este experimento, se tomó como base las tres coloraciones específicas que toman los nódulos, una vez desarrollados que corresponden a los colores rosado, blanco y oscuro .

Según la FAO (1985), los nódulos efectivos son grandes y tienen internamente un color rosado intenso, gracias a un pigmento rojo llamado leghemoglobina, el cual se asocia a una fijación activa de nitrógeno en los nódulos de la leguminosa.

Según Virtameny (1963), existe una correlación entre la concentración de leghemoglobina y la intensidad de fijación de nitrógeno, por lo que se llega a la conclusión de que la leghemoglobina y la fijación simbiótica de nitrógeno, están íntimamente relacionadas.

La coloración de nódulos predominante para ambos casos (con y sin inoculante), fue la de color rosado (Gráficos 5 y 6) coincidiendo con lo expuesto por Tapia y Camacho (1988), el color interno de nódulos efectivos por lo general es rojo o rosado, debido a la presencia de leghemoglobina, ésta tiene la función de suministrar oxígeno a la bacteria y proteger a la nitrogenasa del oxígeno libre (Sylvester et al .,1987).

En menor número se encontraron los nódulos de color blanco y oscuro, que según la FAO (1985), son catalogados como inefectivos fijadores de nitrógeno, lo que se le atribuye a la senescencia o envejecimiento de los nódulos, como también a las deficiencias principalmente de hierro y molibdeno.

Mientras mayor sea el número de nódulos formados en las raíces, será mayor la cantidad de nódulos rosados, aunque estos no determinan una fijación eficiente, ya que según Eaglesham (1985) en las líneas promíscuas algunos nódulos de escasa actividad o ineficientes pueden presentar una pigmentación interna rosada.

En este caso (Gráfico5) hubo incrementos en la cantidad de nódulos color rosado con la aplicación del inoculante, aunque según la FAO (1985), este no es un parámetro definitivo para evaluar la eficiencia de la bacteria en la fijación de nitrógeno ni en el rendimiento.

Tal es el caso de la finca 3, la cual incrementó hasta un 70 % la cantidad de nódulos color rosado con la aplicación del inoculante, pero sin embargo, obtuvo el rendimiento más bajo a la hora de la cosecha, lo que demuestra que la coloración pudo estar influenciada por otros factores, tales como la coloración similar que produce la antocianina en los nódulos ineficaces (Vincent, J.M. 1975).

En el caso del Gráfico 6, la coloración de los nódulos no determinó eficiencias en el rendimiento, ya que en las fincas 4 y 6 se obtuvieron nódulos rosados en bajas cantidades; los rendimientos obtenidos fueron de 815.773 y 522.776 kg/ha respectivamente, considerados como aceptable y que está por encima del resto de los que obtuvieron mayor cantidad de nódulos rosados, excepto la finca 8, en la que sí concordó la alta cantidad de nódulos color rosado, con un eficiente rendimiento de 906.12 y 1534.09 kg/ha para las parcelas sin inocular como para las inoculadas.

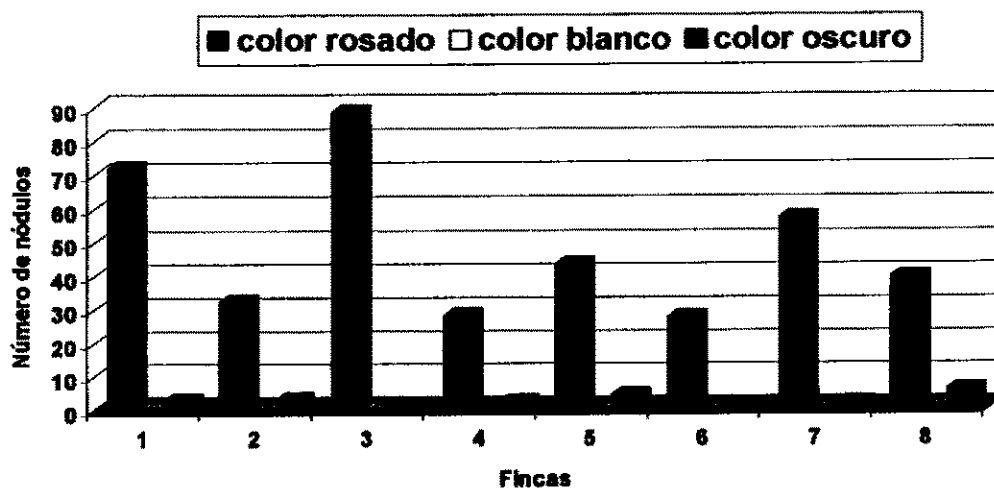


Gráfico 5 . Coloración de nódulos con inoculante

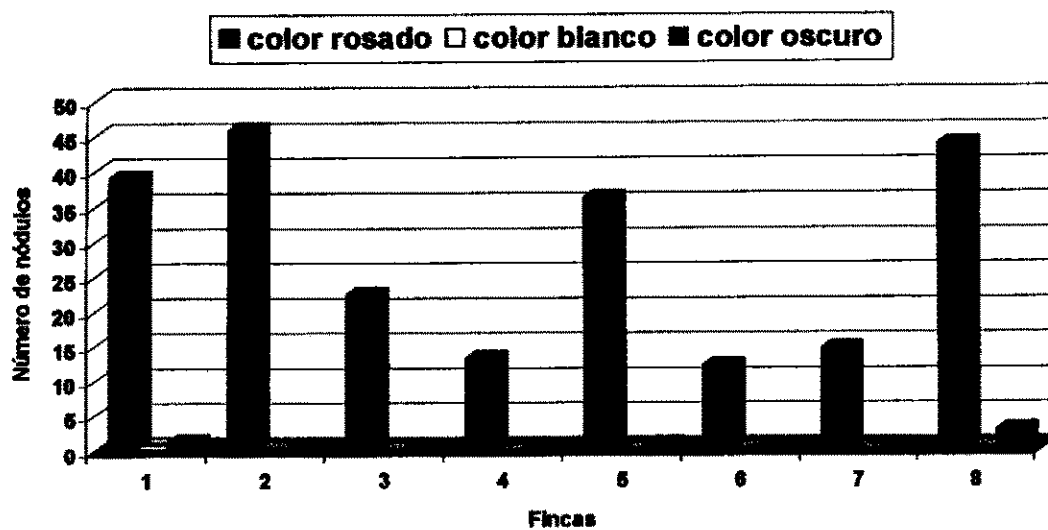


Gráfico 6. Coloración de nódulos sin inoculante

3.1.4 –Número de nódulos

La asociación *Rhizobium*-Leguminosa, provoca la formación de un nuevo órgano, el nódulo, que generalmente se localiza en las raíces de las plantas. (Binder,1997).

Los nódulos se forman en la zona aireada del suelo y varían ampliamente en forma, color, textura y ubicación, determinada por la planta huésped. (FAO, 1985).

La secreción de las raíces de la leguminosa estimula el desarrollo de la bacteria de los nódulos, la cual provoca la deformación del pelo de la raíz, constituyendo el primer paso en la formación de nódulos. (Nutman, 1956).

Según la FAO (1995), en el interior de los nódulos, el nitrógeno atmosférico es convertido en compuestos nitrogenados que son exportados a la planta y utilizados para su crecimiento.

En las plantas estudiadas, la mayor cantidad de nódulos estaban distribuidos en las raíces laterales, coincidiendo con lo expuesto por Tapia y Camacho (1988), los cuales argumentan que éstos están distribuidos en las raíces laterales en la parte superior media del sistema radicular.

El gráfico 7 muestra que las fincas 1,3,4,5,6 y 7 incrementaron el número de nódulos, producto del inoculante, donde la finca 3 alcanzó el mayor de forma general con 89.5 nódulos, lo que según el CIAT (1987) más de 80 nódulos en frijol es catalogado como una nodulación excelente.

Los resultados del ANDEVA muestran diferencias no significativas entre fincas, pero sí, diferencias significativas entre los tratamientos. (Anexo 3).

Todas las fincas señaladas anteriormente, presentaron una gran cantidad de nódulos, la mayoría de color rosado, pero que según Tapia y Camacho (1988) aunque la presencia de nódulos grandes, abundantes y de color interno rojo pueda indicar alta fijación de nitrógeno, estos no son parámetros definitivos para evaluar la fijación de nitrógeno; los nódulos rosados y abundantes pueden ser inefectivos.

En este caso, se dió una correlación entre la nodulación y los rendimientos, ya que las parcelas inoculadas que presentaron abundante nodulación, siempre obtuvieron mayores rendimientos que las no inoculadas, esto puede deberse a los bajos contenidos de nitrógeno existentes en estos suelos, que oscila alrededor de un promedio de 0.19 % considerado como bajo, lo que trae como consecuencia un aumento en la nodulación.

Esta teoría es apoyada por la FAO (1985), donde señala que mientras la nodulación no garantiza ningún beneficio en términos de rendimiento, resulta en una asociación beneficiosa cuando el nitrógeno del suelo es bajo, esto es sustentado por Tapia y Camacho (1988), que argumentan que el proceso de fijación de nitrógeno del aire se realiza siempre y cuando en el suelo exista menor cantidad de nitrógeno que en el aire.

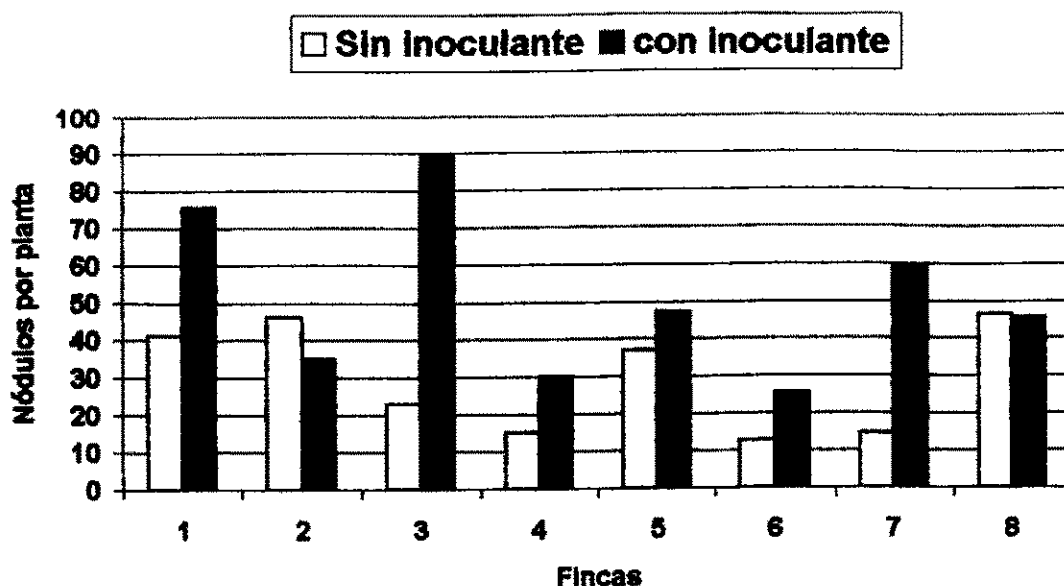


Gráfico 7. Número de nódulos por planta

3.1.5- Peso seco de nódulos por planta

Harper y Hageman (1972) y Weber (1966) indican que la masa de nódulos guarda relación con la cantidad de nitrógeno fijado. Siendo así, el peso es de mucha importancia ya que podría determinar la calidad de los nódulos.

El gráfico 8 muestra incrementos en peso de nódulos de las fincas 3,4,5,6 y 7 donde la finca 3 obtuvo el mayor peso con 1.278 mg por lo que el inoculante incidió en un aumento relativo del peso.

El ANDEVA muestra diferencia no significativas entre fincas y entre tratamientos (Anexo 4).

La efectividad del inoculante en este caso dependerá de la cantidad y calidad de nódulos que logren formar las plantas durante su etapa de desarrollo, las cuales obtendrán pesos aceptables que las catalogarán como excelentes fijadores de nitrógeno. Por lo tanto si la cantidad de nódulos que formen es reducida e ineficiente los pesos tenderán a bajar considerablemente , donde serán superados por nódulos de plantas no inoculadas en donde los Rhizobios nativos fueron capaces de formar nódulos efectivos y eficientes fijadores de nitrógeno.

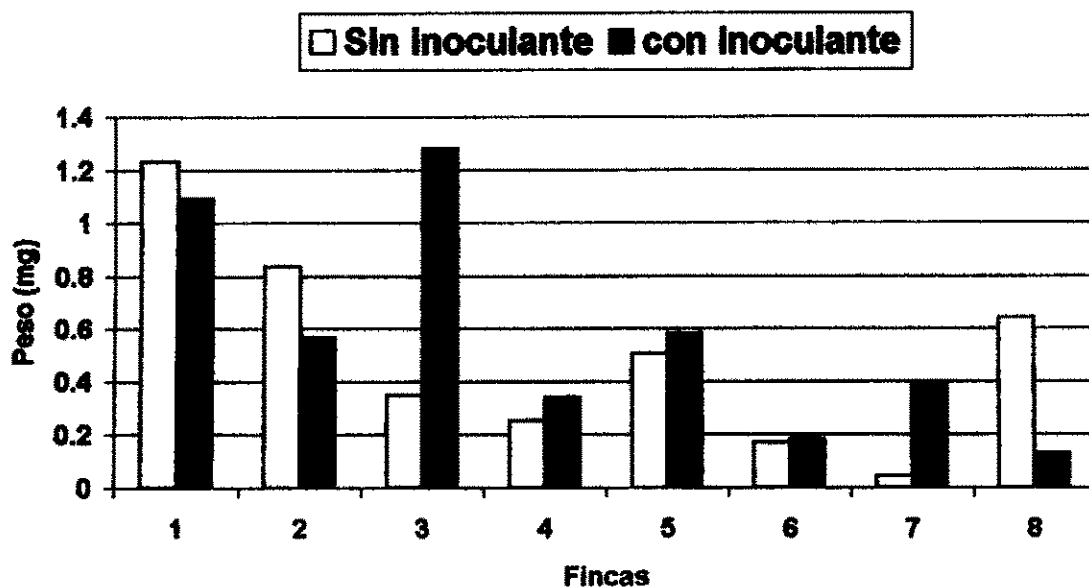


Gráfico 8. Peso seco de nódulos.

3.1.6- Número de vainas por planta

El número de vainas por plantas está en dependencia del número de flores que tenga la planta (Tapia, H.1990). Esta variable, además siempre esta relacionada con el rendimiento. (Mezquita et al, 1973).

Según Castillo, Oscar.F. y Flores, José Luis (1999), la inoculación de la semilla con mezcla de cepas de *Rhizobium*, estimula la formación de vainas por planta en las parcelas inoculadas.

Esto concuerda con el Gráfico 9 que muestra un incremento en el número de vainas por planta en todas las fincas excepto la finca 1 donde ambas presentaron las mismas 17 vainas.

Los resultados del ANDEVA muestra diferencias significativas entre fincas y altamente significativas entre tratamientos. (Anexo 5)

En este caso es evidente la eficiencia del inoculante en formar mayor cantidad de vainas por planta provocando un incremento de los rendimientos como el caso de la finca 6 que obtuvo hasta 30 vainas por planta con un rendimiento de 1742.55 kg/ha, esto concuerda con lo expuesto por Mezquita et al (1973), donde argumenta que el rendimiento es mayor cuando es mayor el número de vainas por planta.

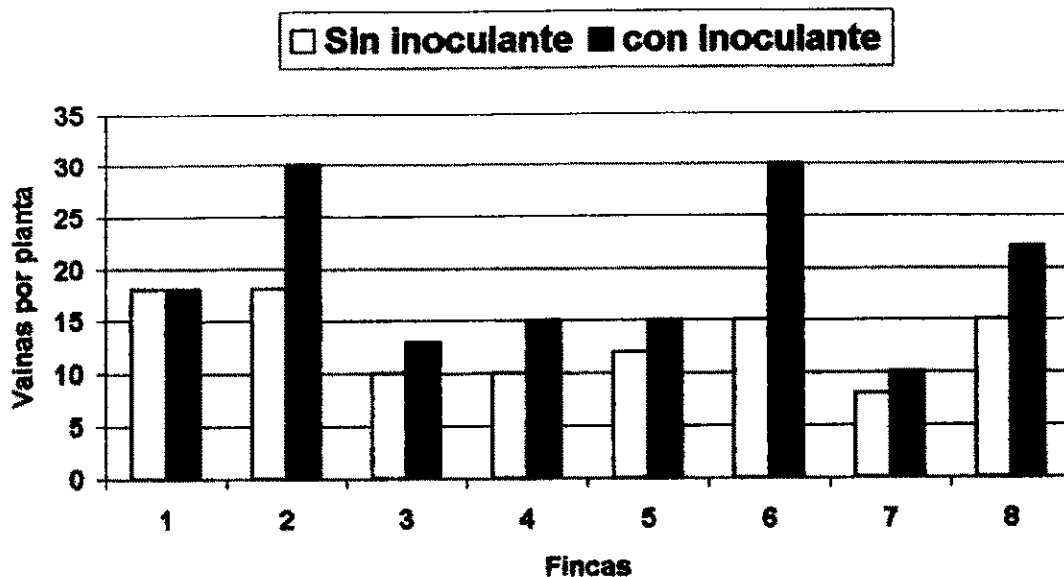


Gráfico 9. Número de vainas por planta.

3.1.7 Número de granos por vaina.

Esta variable es una característica genética de cada variedad, por lo cual es heredable (Artola, 1990) y puede variar según las condiciones ambientales.

El gráfico 10 muestra un incremento en el número de granos por vaina en todas las fincas, excepto la finca 7 donde ambas presentaron los mismos 5 granos por vaina.

Los resultados del ANDEVA muestran diferencias significativas entre fincas y altamente significativas entre los tratamientos. (Anexo 6).

La cantidad de granos por vaina en las plantas inoculadas se mantuvo de 6 a 9 granos lo que demuestra la capacidad del inoculante para estimular la formación de una mayor cantidad de granos los cuales obtuvieron un buen peso con respecto a las no inoculadas que formaron de 4 a 7 granos y con pesos inferiores.

Los mayores rendimientos se obtuvieron en aquellas plantas que presentaron 6 granos por vaina como es el caso de las fincas 6 y 8 con 1743.20 y 1534.09 kg/ha respectivamente.

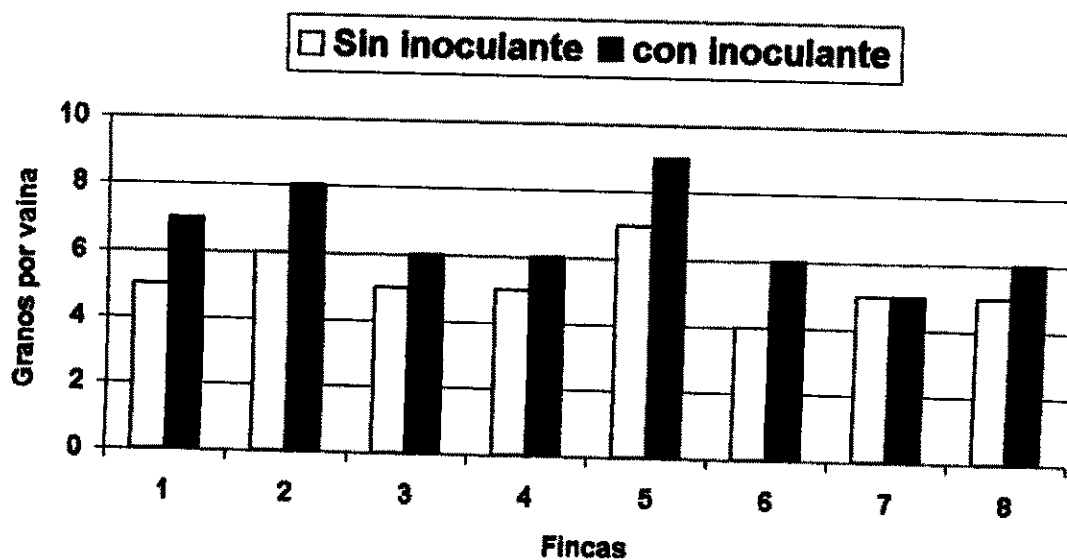


Gráfico 10. Número de granos por vaina.

3.1.8- Peso de 1000 granos.

El peso de los granos es una característica controlada por un gran número de factores genéticos (Verneti,1983), además de ser influenciado por factores ambientales. Esta variable demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por las plantas en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva (Zapata y Orozco, 1991).

Tomas (1983), reporta que el peso de la semilla es controlado por un gran número de genes y que las causas de variación puede deberse a la diversa constitución genética de las accesiones y a la influencia de las condiciones ambientales.

El Gráfico 11 muestra un incremento en el peso de los granos para todas las fincas que oscilaron desde 205.6 g hasta los 250 g, lo que determina la capacidad del inoculante para formar granos de buena calidad ya sea para consumo humano como también siembras posteriores.

Los resultados del ANDEVA muestran diferencias significativas entre fincas y diferencias altamente significativas entre los tratamientos. (Anexo 7)

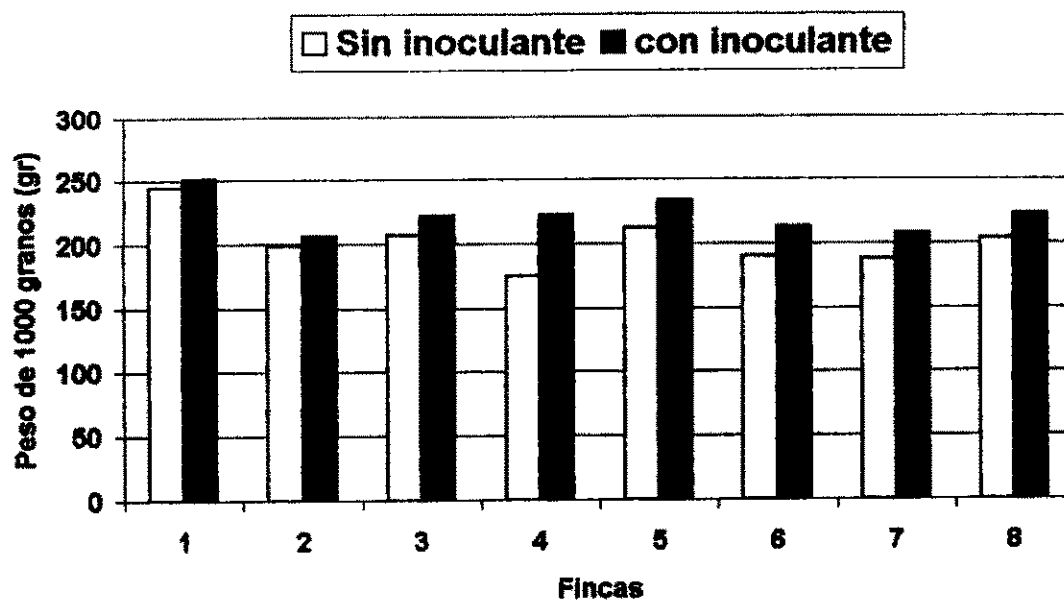


Gráfico 11. Peso de 1000 granos

3.2-Evaluación del rendimiento agronómico del cultivo.

En la Tabla 2 se muestran los rendimientos del cultivo del frijol, en kilogramos por hectárea, en los sitios donde se hizo la validación de una mezcla de cepas de *Rhizobium* para inocular la semilla comparada con parcelas donde no se inoculó.

En este caso los rendimientos fueron siempre mayores en las parcelas donde se inoculó que en las parcelas donde no se hizo; incluso el índice ambiental o rendimiento promedio fue de 851.91 kg/ha superando al promedio nacional que es de 580 kg/ha, mostrando así el aumento en los rendimientos con la nueva tecnología, representando un 46 % de incremento por hectárea, si se llegara a aplicar por todos los productores de frijol.

Tabla 2. Rendimiento del cultivo del frijol establecido en parcelas con semilla sin inocular e inoculada en Pantasma, Jinotega . Apante 1998-1999.

Nombre del Productor	Rendimiento (kg/ha)	
	Sin inoculante	Con inoculante
Pedro Rodríguez	968.730	1099.10
Gilberto Aguilar	815.773	1003.58
Cristóbal Gutiérrez	906.128	1024.88
Fabio Rizo	683.468	885.48
Ronald Gutiérrez	522.776	1743.20
Agustín Hernández	295.58	887.41
Julio González	906.128	1534.09
Ramiro Obando	487.915	522.77
e	851.91 kg/ha	

3.2.1- Análisis de estabilidad modificado

Al realizar el análisis de estabilidad modificado mediante el cual el rendimiento de las dos alternativas en estudio se presentan gráficamente a través de una regresión lineal simple (gráfico 12) con un alto grado de significancia, se pudo determinar que las fincas de los productores Pedro Rodríguez, Gilberto Aguilar, Cristóbal Gutiérrez, Ronald Gutiérrez y Julio González, presentaron rendimientos promedios superiores al índice ambiental que es de 851.91 kg/ha considerándose los ambientes en estas fincas como buenos para este cultivo.

Además podemos observar que la línea de tendencia de la tecnología de inoculación presenta un potencial productivo mayor que la tecnología sin inocular, siendo este potencial el que demuestra la capacidad del inoculante para incrementar los rendimientos.

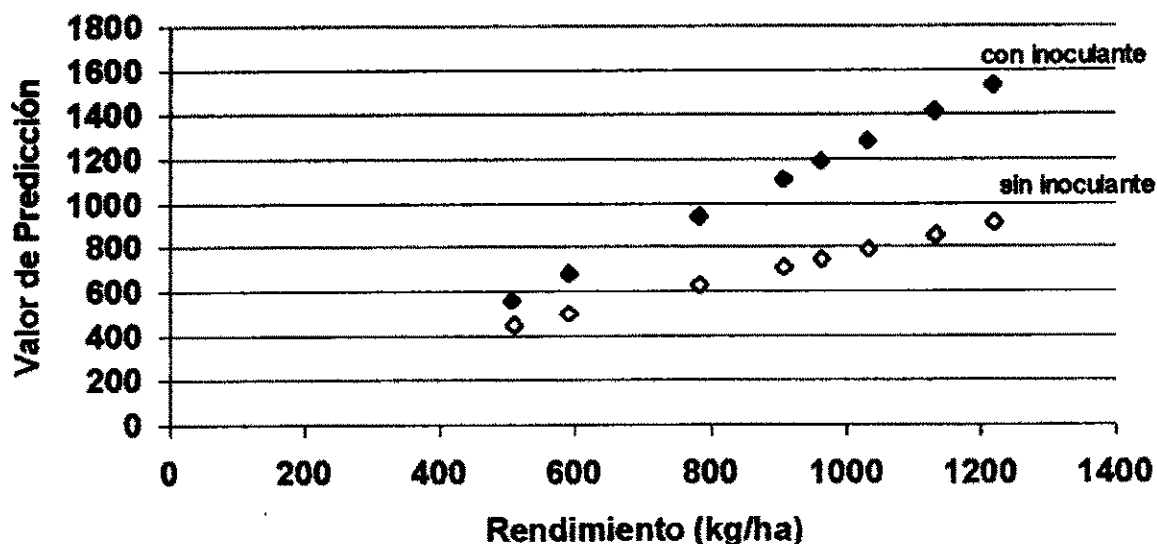


Gráfico 12. Análisis de estabilidad modificado

3.2.2- Análisis de distribución de intervalos de confianza

El gráfico 13 muestra que en ambientes buenos aunque hay un mayor potencial de rendimiento con la tecnología de inoculación, ésta presenta mayor inestabilidad en los resultados con respecto a la tecnología sin inocular, pero debido a que estas zonas presentan buenos ambientes para el cultivo de frijol los riesgos resultan permisibles.

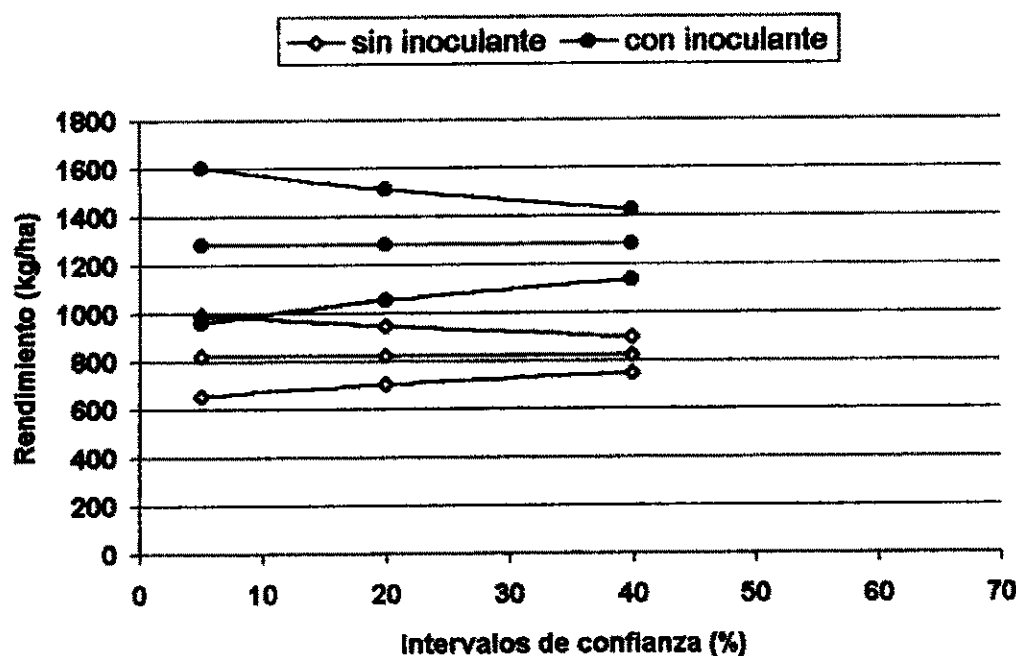


Gráfico 13. Distribución de los intervalos de confianza de los rendimientos de frijol inoculado y sin inocular en ambientes buenos en la localidad de Pantasma, Jinotega.

El gráfico 14 muestra que en ambientes malos la tecnología de inoculación presenta mayor potencial de rendimiento que la tecnología sin inocular, aunque en este caso la siembra involucra un riesgo ya que las zonas no presentan buenos ambientes para el cultivo de frijol.

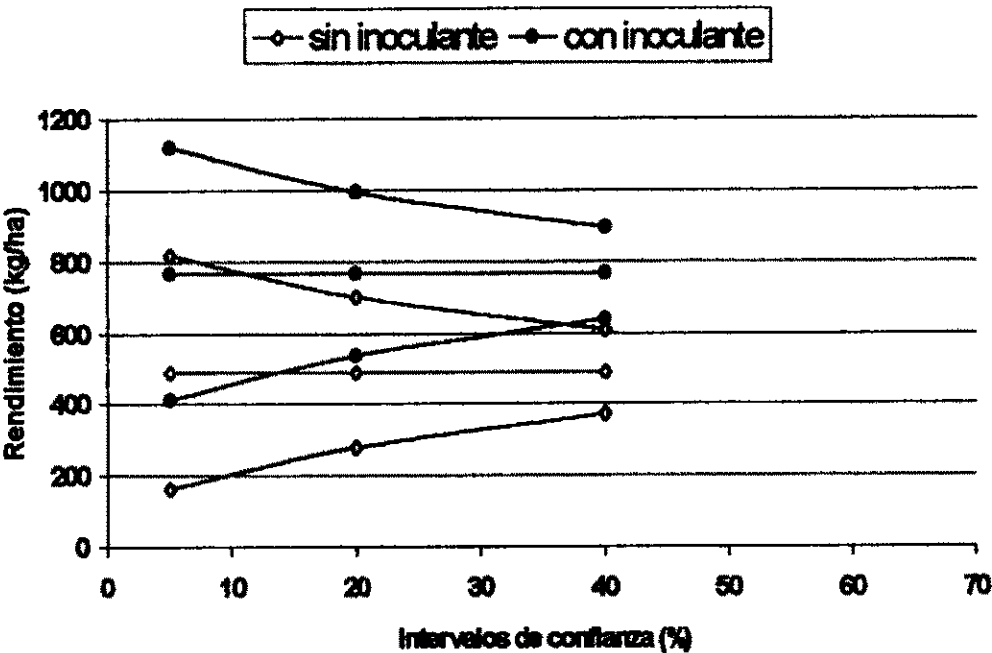


Gráfico 14. Distribución de los intervalos de confianza de los rendimientos de frijol inoculado y sin inocular en ambientes buenos en la localidad de Pantasma, Jinotega

3.3 - Análisis económico del rendimiento

El análisis económico a partir del presupuesto parcial, es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos (CIMMYT, 1988). Se consideran los rendimientos medios de todos los productores que participan en el proceso de validación tecnológica de la mezcla de cepas de *Rhizobium* versus la sin inoculación que es la que el productor ha empleado para la producción de frijol común.

El ajuste del rendimiento de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento (CIMMYT, 1988).

Debido a que el agricultor manejó agronómicamente las parcelas y los investigadores solamente levantaron la información mas precisa al momento de la cosecha, se considera que el ajuste a los resultados obtenidos por los investigadores es del 5 %.

Tabla 3. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor Pedro Joaquín Rodríguez Apante 1998-1999.

Conceptos	con Inoculante	sin inoculante
Rendimiento medio (kg/ha)	1099.10	988.73
Rendimiento ajustados 5 % (kg/ha)	1044.14	920.29
Precio de campo del frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio bruto de campo (C\$/kg)	6891.32	6073.91
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.86	
Costo de mano de obra de inoculación (C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		2.53
Costo de mano de obra de fertilización (C\$/ha)		85.38
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.52	87.91
Beneficio Neto (C\$/ha)	6783.8	5986
Tasa de retorno marginal	40.6	

En la finca del productor Pedro Joaquín Rodríguez se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 1044.14 kg/ha en la parcela inoculada y de 920.29 kg/ha para la parcela sin inocular.

El productor obtuvo mayor beneficio económico de la parcela inoculada con 6783.8 C\$/ha que en la parcela sin inocular con 5986 C\$/ha, obteniendo una ganancia adicional de 797.8 C\$/ha.

La tasa de retorno marginal demuestra que por cada córdoba invertido en adquirir y aplicar el inoculante, el agricultor recobró el córdoba y obtuvo 40.6 córdobas adicionales de ganancia.

Tabla 4. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor Gilberto Aguilar Apante 1998-1999.

Conceptos	con inoculante	sin inoculante
Rendimiento medio (kg/ha)	1003.58	815.77
Rendimiento ajustados 5 % (kg/ha)	953.4	774.98
Precio de campo del frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio bruto de campo (C\$/kg)	6292.44	5114.86
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.86	
Costo de mano de obra de inoculación (C\$/ha)	41.68	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		30
Costo de mano de obra de fertilización (C\$/ha)		28.45
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.52	58.45
Beneficio Neto (C\$/ha)	6184.92	5056.41
Tasa de retorno marginal	22.9	

En la finca del productor Gilberto Aguilar se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 953.4 kg/ha en la parcela inoculada y de 774.98 kg/ha para la parcela sin inocular.

En este caso el productor obtuvo mayor beneficio económico de la parcela inoculada con 6184.92 C\$/ha que en la parcela sin inocular con 5056.41 C\$/ha, obteniendo una ganancia adicional de 1128.51 C\$/ha.

La tasa de retorno marginal demuestra que por cada córdoba invertido en adquirir y aplicar el inoculante, el agricultor recobró el córdoba y obtuvo 22.9 córdobas adicionales de ganancia.

Tabla 5. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación en la finca del productor Cristóbal Gutiérrez Apante 1998-1999.

Conceptos	con inoculante	sin inoculante
Rendimiento medio (kg/ha)	1024.88	906.12
Rendimiento ajustados 5 % (kg/ha)	973.63	860.81
Precio de campo del frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio bruto de campo (C\$/kg)	6425.9	5681.34
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.86	
Costo de mano de obra de inoculación (C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		1.76
Costo de mano de obra de fertilización (C\$/ha)		28.45
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.52	30.21
Beneficio Neto (C\$/ha)	6318.38	5651.13
Tasa de retorno marginal	8.63	

En la finca del productor Cristóbal Gutiérrez se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 973.63 kg/ha en la parcela inoculada y de 860.81 kg/ha para la parcela sin inocular.

El productor obtuvo mayor beneficio económico de la parcela inoculada con 6318.38 C\$/ha que la parcela sin inocular con 5651.13 C\$/ha, obteniendo una ganancia adicional de 667.25 C\$/ha.

La tasa de retorno marginal demuestra que por cada córdoba invertido en adquirir y aplicar el inoculante, el agricultor recobró el córdoba y obtuvo 8.63 córdobas adicionales de ganancia.

Tabla 6. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación , en la finca del productor Agustín Hernández Apante 1998-1999.

Conceptos	con Inoculante	sin inoculante
Rendimiento medio (kg/ha)	887.41	295.58
Rendimiento ajustados 5 % (kg/ha)	843.03	280.8
Precio de campo del frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio bruto de campo (C\$/kg)	5563.99	1853.28
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.86	
Costo de mano de obra de inoculación (C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		319.96
Costo de mano de obra de fertilización (C\$/ha)		15.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.52	334.96
Beneficio Neto (C\$/ha)	5456.47	1518.32
Tasa de retorno marginal		Dominado

En la finca del productor Agustín Hernández se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 843.03 kg/ha en la parcela inoculada y de 280.8 kg/ha para la parcela sin inocular.

En este caso el productor obtuvo un mayor beneficio económico de la parcela inoculada con 5456.47 C\$/ha que la parcela sin inocular con 1518.32 C\$/ha.

El tratamiento sin inoculante resultó dominado por el tratamiento con inoculante ya que según CIMMYT (1988), un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos.

Tabla 7. Análisis Económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor Julio González Apante 1998-1999.

Conceptos	con inoculante	sin inoculante
Rendimiento medio (kg/ha)	1534.09	908.126
Rendimiento ajustados 5 % (kg/ha)	1457.38	860.81
Precio de campo del frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio bruto de campo (C\$/kg)	9618.71	5681.35
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.86	
Costo de mano de obra de inoculación (C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		159.98
Costo de mano de obra de fertilización (C\$/ha)		20.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.52	179.98
Beneficio Neto (C\$/ha)	9,511.19	5,501.37
Tasa de retorno marginal		Dominado

En la finca del productor del productor Julio González se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 1457.38 kg/ha en la parcela inoculada y de 860.81 kg/ha para la parcela sin inocular.

En este caso el productor obtuvo un mayor beneficio económico de la parcela inoculada con 9511.19 C\$/ha que en la parcela sin inocular con 5501.37 C\$/ha.

El tratamiento sin inoculante resultó dominado por el tratamiento con inoculante ya que según CIMMYT (1988), un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos.

Tabla 8 . Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación , en la finca del Productor Ronald Lorenzo Gutiérrez Apante (1998-1999).

Conceptos	con inoculante	sin inoculante
Rendimiento medio (kg/ha)	1743.20	522.76
Rendimiento ajustados 5 % (kg/ha)	1656.04	496.62
Precio de campo del frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio bruto de campo (C\$/kg)	10929.86	3277.69
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.86	
Costo de mano de obra de inoculación (C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		160.00
Costo de mano de obra de fertilización (C\$/ha)		15.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.52	87.91
Beneficio Neto (C\$/ha)	10822.34	3189.78
Tasa de retorno marginal	389.2	

En la finca del productor Ronald Lorenzo Gutiérrez se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 1656.04 kg/ha en la parcela inoculada y de 496.62 kg/ha para la parcela sin inocular.

El productor obtuvo mayor beneficio económico de la parcela inoculada con 10822.34 C\$/ha que en la parcela sin inocular con 3189.78 C\$/ha.

La tasa de retorno marginal demuestra que por cada córdoba invertido en adquirir y aplicar el inoculante, el agricultor recobró el córdoba y obtuvo 389.2 córdobas adicionales de ganancia.

Tabla 9. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculante, en la finca del productor Favio Rizo Apante1998-1999.

Conceptos	con inoculante	sin inoculante
Rendimiento medio (kg/ha)	885.48	683.468
Rendimiento ajustados 5 % (kg/ha)	841.21	649.29
Precio de campo del frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio bruto de campo (C\$/kg)	5551.98	4285.31
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.86	
Costo de mano de obra de inoculación (C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		161.22
Costo de mano de obra de fertilización (C\$/ha)		25.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.52	186.22
Beneficio Neto (C\$/ha)	5444.46	4099.09
Tasa de retorno marginal		Dominado

En la finca del productor Favio Rizo se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 841.21 kg/ha en la parcela inoculada y de 649.29 kg./ha para la parcela sin inocular.

En este caso el productor obtuvo mayor beneficio económico de la parcela inoculada con 5444.46 C\$/ha que en la parcela sin inocular con 4099.09 C\$/ha.

El tratamiento sin inoculante resultó dominado por el tratamiento con inoculante ya que según CIMMYT (1988), un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos.

Tabla 10. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación en la finca del Productor Ramiro Obando Apante 1998-1999.

Conceptos	con inoculante	sin inoculante
Rendimiento medio (kg/ha)	522.77	487.92
Rendimiento ajustados 5 % (kg/ha)	496.63	463.52
Precio de campo del frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio bruto de campo (C\$/kg)	3277.75	3059.23
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.86	
Costo de mano de obra de inoculación (C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		319.96
Costo de mano de obra de fertilización (C\$/ha)		40
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.52	359.96
Beneficio Neto (C\$/ha)	3170.23	2699.27
Tasa de retorno marginal		Dominado

En la finca del productor Ramiro obando se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 496.63 kg/ha en la parcela inoculada y de 463.52 kg/ha para la parcela sin inocular.

El productor obtuvo mayor beneficio económico de la parcela inoculada con 3170.23 C\$/ha que la parcela sin inocular con 2699.27 C\$/ha.

El tratamiento sin inoculante resulto dominado por el tratamiento con inoculante ya que según CIMMYT (1988), un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos.

3.4. Sondeo sobre la percepción del productor respecto a la tecnología de inoculación.

A la pregunta de que cómo fue el crecimiento del cultivo con la semilla inoculada, comparándose con la sin inocular?.

Un 83.33 % de los productores de Pantasma, manifestaron que el crecimiento del cultivo fue mejor al compararlo con la siembra de frijol sin inoculante.

A la pregunta de que cómo considera la presencia de pelotitas (nódulos)?.

Un 72 % de los productores de Pantasma, responden que sí, observaron nódulos, argumentando que el cultivo del frijol, presentó una nodulación abundante, lo que consideran un efecto positivo del inoculante, al producir una mayor cantidad de nódulos, dándole una mayor posibilidad a la planta de nutrirse y obtener un mayor rendimiento de granos.

A la pregunta de, en qué parcela considera que la producción de frijol fue mejor?.

El 76.19 % de los productores de Pantasma, manifestó que la producción fue mejor en la parcela inoculada.

A la pregunta, de que cómo considera el producto o polvito negro (inoculante)?

El inoculante, es considerado bueno y muy bueno por un 81.25 % de los productores de Pantasma.

1V- CONCLUSIONES

- 1- Al realizar el análisis estadísticos de los datos agronómicos, se determinó que las variables Altura, Nodulación (número y color), Número de vainas por planta, Número de granos por vaina, Peso de 1000 granos y el Rendimiento, mostraron diferencias significativas y altamente significativas, lo que demuestra la eficiencia del inoculante.**
- 2- El índice ambiental obtenido en el análisis de los datos, fue de 851.91 kg/ha, el cual es superior al promedio nacional que es de 580 kg/ha, demostrando la capacidad del inoculante para incrementar los rendimientos del cultivo.**
- 3- En la localidad de Pantasma, de las 8 fincas estudiadas , 5 presentaron buenos ambientes, es decir que mayoritariamente son zonas óptimas para el cultivo de de frijol común.**
- 4- Por medio del análisis económico del presupuesto parcial, se logró determinar que los productores siempre obtuvieron mayor beneficio económico de las parcelas inoculadas que las sin inocular, obteniendo márgenes de ganancia adicionales que mejoraran su nivel de vida.**
- 5- La percepción de los productores en cuanto al uso de inoculantes es buena ya que el 81.25 % de los productores quedaron satisfechos con el producto, el cual seguirán aplicando en sus cosechas posteriores.**

V- RECOMENDACIONES

- **Cultivar y mezclar cepas de Rhizobium altamente eficientes que aseguren una buena fijación de nitrógeno y que puedan competir con Rhizobium ineficientes presentes en nuestros suelos.**

- **Validar en diferentes zonas del país, que permita seleccionar Rhizobios específicos para cada zona.**

- **Hacer pruebas que permitan conocer la eficiencia de la bacteria en otro tipo leguminosas.**

- **Dar la importancia necesaria a los diferentes tipos de microorganismos presentes en el suelo, que nos permitan fertilizarlo de una manera natural o biológica.**

- **Instruir a los productores a utilizar esta nueva alternativa tecnológica que permita disminuir el uso excesivo de fertilizantes químicos y así evitar la contaminación de nuestros suelos.**

VI- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artola, C.1990.Efecto de espaciamento entre surco, densidad y control de malezas en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) var. Rev-81 en el ciclo de primera1988. Tesis de Ing. Agr. ISCA. Managua, Nicaragua. 37p.
- Chordi, Andres.c. et al .1996.Avances en la Investigación sobre fijación Biológica de nitrógeno.Exma.Diputación provincial Salamanca.España.391p.
- Castillo, Oscar F. y Flores, José Luis.1999. Validación tecnológica de una mezcla de cepas de *Rhizobium Leguminosarum* bv. *phaseoli* en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), en el municipio de Boaco durante la época de Apante 1998-1999. Trabajo de diploma. UNA. Managua, Nicaragua. 44p.
- CIAT.1987.Sistema Estandar Para La Evaluación de Germoplasma de Frijol. Cali, Colombia.15p.
- CIMMYT.1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un manual metodológico de evaluación económico. edición complementaria revisada, México D.F.49p.
- Cisneros, Edwin.I.1994.Producción y mercado de frijol en Nicaragua. Managua Nicaragua.25p.
- Eaglesham, A.R.1985.Comparison of Nodulation Promiscuity of U.S and Asian, Type soya beans.Trop.Agric.(Trinidad).Pp 105-109.
- FAO.1955.Leguminosas y su Uso
- FAO.1985. Inoculantes para Leguminosas y su uso. Roma, Italia. 61p.

- FAO.1995.El cultivo de la Soja en los Trópicos.Italia,Roma.254p.
- Fernández, et al .1985.Etapas de Desarrollo en la planta de frijol.Frijol .
producción. XYZ. Calí, Colombia.53p.
- Hanauer, E.R.1967.Biología Simplificada. Ediciones Minerva. México,D.F.
202p.
- INTA.1996.Informe Anual del Programa Regional de Granos Básicos.1995
Matagalpa, Nicaragua.49p.
- Mezquita, et al .1973.Influencia de algunos componentes morfológicos en el
en el rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L). Trabajo de tesis.
Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Mexico.35p.
- Monzón, A.F.;Soto, J.J.;& Rodríguez, R.1992.Ensayo Preliminar de
Rendimiento de líneas resistentes al picudo de la vaina (Apion godmanii W).
Ministerio de Agricultura y Ganaderia.Managua, Nicaragua.Pp 265-266.
- Nason, Alvin.1969. Biología. Editorial Limusa-Wiley, S.A. México.p: 359-363.
- Nutman.1962.Ecología.3ra.Edicion.99p.
- Odum, Eugene.P.1972.Ecología. Nueva Editorial Interamericana, S.A de [GCG1]
C.V. México.639p.
- Ortíz, Eddy.R.1991.Evaluación de una cepa de Rhizobium phaseoli L. en tres
niveles de fertilizantes nitrogenados y dos niveles fosforados en dos
variedades de frijol común Phaseolus vulgaris L. Trabajo de tesis.35p.

- Rivero, A.1988.Determinación de la Eficiencia entre la Asociación Soya-
Bradyrhizobium. Trabajo de Tesis.U.N.A.N.Facultad de Biología.35p.
- Rosas, J.C y Bliss, F.A.1985. Mejoramiento de la Capacidad de Fijación de
Nitrógeno en el Frijol Común.CEIBA.(Escuela Agrícola Panamericana,
Honduras.215p.
- Sylvester, B.R.; Kipe, J.A.; Harris, F.J.1987.Simbiosis Leguminosa-Rhizobio:
Evaluación, Selección y Manejo.(Guia de Estudio Audiotutorial) .Calí,
Colombia.67p.
- Tapia, B.H.1987.Mejoramiento Varietal del Frijol en Nicaragua. ISCA.
Managua, Nicaragua.20p.
- Tapia, D.1990.Influencia de la Labranza y la Fertilización sobre los cultivos de
maíz (*Zea mays* L) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L).Tesis de ING. AGR.
Universidad Nacional Agraria; Escuela de Producción Vegetal.
- Tapia y Camacho.1988.Manejo Integrado De La Producción De Frijol Basado
En Labranza Cero.Centro Nacional de Protección Vegetal.MIDINRA.
Managua, Nicaragua.171p.
- Thomas,C.1983.Genetic, Morphological and Phisiological Studies of Drought
and Heat Resistance in Tepary Beans (*Phaseolus acutifolius* A .Grav) and
Common bean (*Phaseolus vulgaris* L).Dissertation-Abstracts International
44p.
- Ulrike, Binder.1997.Manual de leguminosas de Nicaragua (tomo 1). Pasolac,
E.A.G.E. Estelí, Nicaragua.528p.

- Vattuone, Lucy.F.1980.Biología. Editorial el Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 291p.
- Vernetti, F.J.1983.Genética y Mejoramiento. Fundacao Corgill. Brasil.Vol.2.
- Vincent, J.M.1975.Manual de Rhizobiología. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.200p.
- Virtamäen, Muthen.1963.Manual Técnico De Fijación Simbiótica de nitrógeno FAO.18p.
- White, J.M.1985.Conceptos Básicos de Fisiología del Frijol;Frijol Investigación y Producción. Editorial XYZ.Cali, Colombia.Pp.43-60.
- Zapata, M.y Orozco, H.1991.Evaluacion de diferentes métodos de control de malezas y distancia de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento de frijol común, ciclo de postrera 1989. UNA. Managua, Nicaragua. 72p.

V11- ANEXOS

Anexo 1. ANDEVA realizado a la variable altura de plantas Pantasma 1998-1999.

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	Fc	F5%
FINCAS	111.83	7	15.97	34.71**	3.79
TRATAMIENTOS	6.65	1	6.65	14.45 **	5.59
ERROR	3.22	7	0.46		
TOTAL	121.7	15	C.V.%=2.9		

Anexo 2. ANDEVA realizado a la variable Diámetro del tallo Pantasma 1998-1999.

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	Fc	F5%
FINCAS	23.62	7	3.37	63.82**	5.59
TRATAMIENTOS	1.26	1	1.26	0.231 n.s	3.79
ERROR	2.53	7	0.36		
TOTAL	27.41	15	C.V.%=7.4		

**Anexo 3. ANDEVA realizado a la variable Número de nódulos Pantomia
1998-1999.**

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	Fc	F5%
FINCAS	2776.95	7	396.7	1.22 n.s	3.79
TRATAMIENTOS	1844.70	1	1844.7	5.69 *	5.59
ERROR	2268.81	7	324.11		
TOTAL	6890.46	15	C.V.%=22.34		

**Anexo 4. ANDEVA realizado a la variable Peso seco de nódulos Pantomia
1998-1999.**

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	Fc	F5%
FINCAS	1.41	7	0.201	1.63 n.s	3.79
TRATAMIENTOS	0.019	1	0.019	0.154 n.s	5.59
ERROR	0.861	7	0.123		
TOTAL	2.29	15	C.V.%=32.7		

**Anexo 5. ANDEVA realizado a la variable Número de granos por vaina
Pantasma 1998-1999.**

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	Fc	F5%
FINCAS	408	7	58.28	4.3*	3.79
TRATAMIENTOS	138.13	1	138.12	10.2 **	5.59
ERROR	93.88	7	13.41		
TOTAL	640	15	C.V.%=11.31		

**Anexo 6. ANDEVA realizado a la variable Número de granos por vaina
Pantasma 1998-1999.**

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	Fc	F5%
FINCAS	15.44	7	2.2	7.9*	3.79
TRATAMIENTOS	7.56	1	7.56	27.29 **	5.59
ERROR	1.94	7	0.277		
TOTAL	24.94	15	C.V.%=4.4		

**Anexo 7. ANDEVA realizado a la variable Peso de 1000 granos. Pantasma.
1998-1999.**

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	Fc	F5%
FINCAS	3865.4	7	552.2	5.8*	3.79
TRATAMIENTOS	1570.2	1	1570.2	16.5 **	5.59
ERROR	664.95	7	94.99		
TOTAL	6100.55	15	C.V.%=2.3		

**Anexo 7. ANDEVA realizado a la variable Peso de 1000 granos. Pantasma.
1998-1999.**

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	Fc	F5%
FINCAS	3865.4	7	552.2	5.8*	3.79
TRATAMIENTOS	1570.2	1	1570.2	16.5 **	5.59
ERROR	664.95	7	94.99		
TOTAL	6100.55	15	C.V.%=2.3		